

## MicroPatent Report

C.

### Report Summary:

<b>Report Created: 2003/05/15</b>
<b>Name of Session/Report:</b>
<b>Number of records selected: 1</b>
 <b>Table of Contents</b> 1. JP2000137164A G02B      NIKON CORP ZOOM LENS



## ZOOM LENS

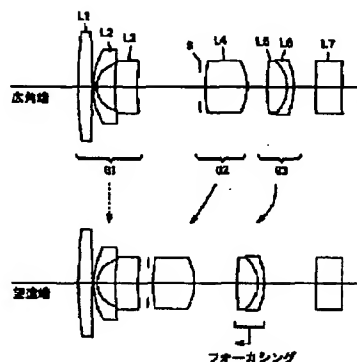
[71] Applicant: NIKON CORP  
TOCHIGI NIKON CORP;

[72] Inventors: FUJITA TAKANORI

[21] Application No.: JP10310314

[22] Filed: 19981030

[43] Published: 20000516



[Go to Fulltext](#)

[57] Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact zoom lens having a larger viewing angle at wide-angle end.

SOLUTION: This zoom lens includes a 1st lens group G1 having negative refractive power, a 2nd lens group G2 having positive refractive power and a 3rd lens group G3 having positive refractive power in order from the object side. In the case of performing variable power from the wide-angle end to telephoto end, the 1st lens group stands still, the 2nd lens group is moved toward the object and the 3rd lens group is moved, then the 3rd lens group is moved toward the object so as to perform focusing from the long-distance object to the short-distance object. The lens satisfies expressions:  $0.15 < |(x2/s12w)/(f1/fw)| < 1.0$ ,  $0.01 < c23w2/(f3*fw) < 0.5$  and  $0.18 < s23t2/(f3*ft) < 5$ .

[51] Int'l Class: G02B015163 G02B01318

( EP ) Publication number:  
EP 1306711 A1 20030502

( AN ) Application number:  
EP 01934394 20010529

( PR ) Priority data:  
JP 2000163214 20000531

( MC ) Main classification:  
G 02B 15/16

( NO ) WO-EURO PCT number:  
WO01092941

( DS ) Designated state:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

( IC ) All classification:  
G 02B 13/18

( GT ) German title:  
ZOOM-LINSE UND DAMIT AUSGESTATTETE VIDEOKAMERA

( ET ) English title:  
ZOOM LENS AND VIDEO CAMERA COMPRISING THE SAME

( FT ) French title:  
OBJECTIF A FOCAL VARIABLE ET CAMERA VIDEO EQUIPEE DE CET OBJECTIF

( IN ) Inventor:  
BOKU, Kazutake  
ONO, Shuusuke

( PA ) Applicant:  
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

( RP ) Representative:  
Tothill, John Paul

( ABE ) English abstract:

A zoom lens includes: a first lens group (11) including a negative lens (1a), a positive lens (1b), and a positive meniscus lens (1c) having a convex surface on an object side; a second lens group (12) including a negative lens (2a) and a cemented lens composed of a double-concave lens (2b) and a positive lens (2c); a third lens group (13) including a positive lens (3a) and a negative plastic lens (3b), and having at least one aspherical surface; a fourth lens group (14) including a cemented lens composed of a negative plastic lens (4a) and a positive plastic lens (4b), and having at least one aspherical surface. These lenses are arranged in the stated order from an object side. In this zoom lens, the following expression is satisfied:

$5 < |(fp1+fp2+fp3)/fw| < 12$  where fp1 represents a focal length of the negative plastic lens (3b) of the third lens group (13), fp2 and fp3 represent a focal length of the negative plastic lens (4a) and a focal length of the positive plastic lens (4b) of the fourth lens group (14), respectively, and fw represents a combined focal length of the entire system at a wide position.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-137164  
(P2000-137164A)

(43) 公開日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 15/163		G 0 2 B 15/163	2 H 0 8 7
13/18		13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願平10-310314	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成10年10月30日 (1998. 10. 30)	(71) 出願人	592171153 株式会社栃木ニコン 栃木県大田原市実取770番地
		(72) 発明者	藤田 貴徳 栃木県大田原市実取770番地 株式会社栃木ニコン内

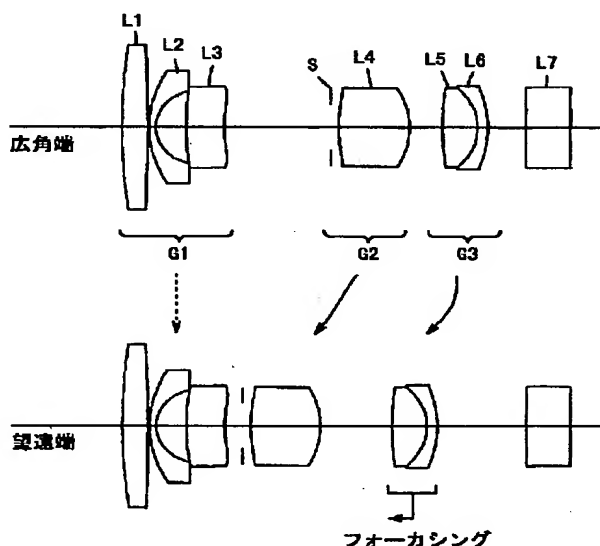
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 より大きな広角端の画角を有し、且つ小型なズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを含むズームレンズであって、広角端から望遠端の変倍に際して、前記第1レンズ群は静止し、前記第2レンズ群は物体方向に移動し、前記第3レンズ群は移動し、前記第3レンズ群を物体方向に移動させて遠距離物体から近距離物体への合焦を行い、条件式 (1)  $0.15 < |(x2/s12w)/(f1/fw)| < 1.0$ , (2)  $0.01 < c23w^2/(f3*fw) < 0.5$ , (3)  $0.18 < s23t^2/(f3*ft) < 5$ , を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを含むズームレンズであって、広角端から望遠端の変倍に際して、前記第1レンズ群は静止し、前記第2レンズ群は物体方向に移動し、前記第3レンズ群は移動し、前記第3レンズ群を物体方向に移動させて遠距離物体から近距離物体への合焦を行い、 $f_w$ を前記ズームレンズ全体の広角端の焦点距離とし、 $f_t$ を前記ズームレンズ全体の望遠端の焦点距離とし、 $f_1$ を前記第1レンズ群の焦点距離とし、 $f_3$ を前記第3レンズ群の焦点距離とし、 $x_2$ を前記第2レンズ群の広角端から望遠端への変倍による移動量とし、 $s_{12w}$ を広角端での前記第1レンズ群の像側主点から前記第2レンズ群の物体側主点までの距離とし、 $s_{23t}$ を望遠端での前記第2レンズ群の像側主点から前記第3レンズ群の物体側主点までの距離とし、 $c_{23w}$ を広角端での前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との頂点間隔としたとき、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$0.15 < |(x_2/s_{12w})/(f_1/f_w)| < 1.0$$

$$0.01 < c_{23w}^2/(f_3 \cdot f_w) < 0.5$$

$$0.18 < s_{23t}^2/(f_3 \cdot f_t) < 5$$

【請求項2】前記第1レンズ群は、非球面を有していることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の空気間隔は縮小し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との空気間隔は拡大することを、特徴とする請求項1又は2記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズに関し、特に、広画角でレンズ全長の短いコンパクトなズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、携帯端末等、小型電子カメラ等の本体自体の小型軽量に従い、それらに搭載される光学系も小型化、低コスト、広角化が求められている。そのような状況の中、変倍比が2から3倍程度の光学系が着目されやてている。更に、広角端の画角についても、従来より広いものが要求されるようになってきている。

【0003】一般に、民生用のズームレンズの多くは、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、変倍のための負の屈折力を持つ第2レンズ群と、収差補正を主な目的とした第3レンズ群と、像位置補正のための正の屈折力を持つ第4レンズ群とで構成された、所謂4群ズームレンズが用いられている。このような4群ズームレンズは大口徑比化、高倍率化が比較的容易である。しかし、その反面、第1レンズ群に正の屈折力を有しているため、広画

角には適しておらず、広角端における画角は $65^\circ$ 程度が限界である。

【0004】一方、変倍比が2から3倍程度で小型、広画角を達成しているズームレンズのタイプとしては、一般に、負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とで構成された、所謂2群ズームレンズが知られている。また、3群構成のズームレンズとしては、変倍比が2から3倍程度、で、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群からなるものが、知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような構成の4群ズームレンズは、構成群数が多く、小型化の達成には無理がある。また、広画角化にも限界がある。更に、上記のような構成の2群ズームレンズは、上記のような構成の4群ズームレンズに比べ小型化、広画角化は有利であるが、変倍の際に第1レンズ群が移動するため、全長が大きく変化する。また、変倍及び合焦（以下でフォーカシングと称す）の際に、比較的大きく重量の重い第1レンズ群を物体側へ繰り出すため、機構的に複雑になり、鏡筒の大型化及び高コスト化等の問題があった。更に、他の群より重量の重い第1レンズ群をモーター等で移動させるとモーターへの負荷を与えるとともに迅速なオートフォーカスが困難である。更に、第1レンズ群にてフォーカシングを行う場合、広角側で至近距離撮影時に画面最周辺の光束を確保するために前玉径が大きくなり、小型化には不向きである。

【0006】また、従来の3群構成のズームレンズでは、ある程度広い画角を有するとはいえ、未だ十分であると言えなかった。また、第1レンズ群にてフォーカシングを行うため、小型化が達成されておらず、更に、各群間の空気間隔を有効に使用していないため、レンズ系が比較的大きくなっていた。本発明は、上記問題点に鑑み、より大きな広角端の画角を有し、且つ小型なズームレンズを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記目的を達成するために、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを含むズームレンズであって、広角端から望遠端の変倍に際して、前記第1レンズ群は静止し、前記第2レンズ群は物体方向に移動し、前記第3レンズ群は移動し、前記第3レンズ群を物体方向に移動させて遠距離物体から近距離物体への合焦を行い、以下の条件式(1)～(3)を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

【0008】

$$0.15 < |(x_2/s_{12w})/(f_1/f_w)| < 1.0 \quad (1)$$

$$0.01 < c_{23w}^2 / (f_3 \cdot f_w) < 0.5$$

(2)

$$0.18 < s_{23t}^2 / (f_3 \cdot f_t) < 5$$

(3)

ただし、

$f_w$  : ズームレンズ全体の広角端の焦点距離、

$f_t$  : ズームレンズ全体の望遠端の焦点距離、

$f_1$  : 第1レンズ群の焦点距離、

$f_3$  : 第3レンズ群の焦点距離、

$x_2$  : 第2レンズ群の広角端から望遠端への変倍による移動量、

$s_{12w}$  : 広角端における第1レンズ群の像側主点から第2レンズ群の物体側主点までの距離、

$s_{23t}$  : 望遠端における第2レンズ群の像側主点から第3レンズ群の物体側主点までの距離、

$c_{23w}$  : 広角端における第2レンズ群と第3レンズ群との頂点間隔、

である。

【0009】上記のように、本発明のズームレンズでは、3群構成のズームレンズとし、変倍の際に第1レンズ群が固定で、第2レンズ群及び第3レンズ群が変倍の際に可動であるズームタイプを採用した。つまり、広角化に有利な負の屈折力を有する群を第1レンズに配置し、正の屈折力を有する第2レンズ群と、フォーカシング機能を有し、正の屈折力を有する第3レンズ群とにより、変倍と像位置の調整とを行う構成とし、広角化と小型化とを達成する。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明のズームレンズの基本的な構成は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群からなる。広角端から望遠端の変倍に際して、第1レンズ群が静止し、第2レンズ群が物体方向に移動し、第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が変化する。また、第3レンズ群を物体方向に移動させることにより、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングを行うことを特徴としている。

【0011】本発明のズームレンズでは、変倍時に第1レンズ群を固定し、レンズ系の全長を一定とするために、負の屈折力を有する群を第1レンズ群に、第2レンズ群及び第3レンズ群を正の屈折力を有する群とし、負の屈折力を有する第1レンズ群による虚像を正の屈折力を有する第2レンズ群及び正の屈折力を有する第3レンズ群により変倍しつつ物点と像点の距離が一定になるようにリレーする方式を採用した。また、上記構成にすることにより、所謂レトロフォーカス型レンズのパワー配置になるため、バックフォーカスを長くすることが容易なり、電子カメラ等の光学系に必要な光学的ローパスフィルター、赤外カットフィルター、カバーガラス等をレンズ系とCCD等の撮像素子との間に容易に配置することが可能になった。

【0012】また、一般に、第1レンズ群を光軸に沿っ

て移動させるフォーカス方式においては、広角側至近距離撮影時に画面最周辺の光束を確保するため、前玉径が大きく、重くなりがちとなる。この為、このフォーカス方式では、小型化は難しくなる。つまり構成上、最も径の大きい第1レンズ群は、フォーカシング時には固定になっている方が、レンズ系の小型化のために良い。本発明のズームレンズでは、第1レンズ群にてフォーカシングを行わず、第3レンズ群で行うため、第1レンズ群にてフォーカシングを行うレンズタイプに比べ、前玉径を小さくでき、本発明の目的であるレンズ系の小型を達成できる。

【0013】更に、第3レンズ群にてフォーカシングを行うことで、機構上の簡素化も図れ、鏡筒等の低コスト化を達成できる。また、第3レンズ群は第1レンズ群より比較的軽量であるので、第1レンズ群でフォーカシングを行うレンズに比べ、少ない仕事量で迅速なフォーカシングを行える。本発明ではレンズ系の小型を達成するのに、条件式(1)を満足するようにしている。

【0014】条件式(1)は、レンズ系の小型化に関する条件式であり、広角端の焦点距離に対する第2レンズ群の広角端から望遠端への変倍による移動量と第1レンズ群の広角端の像側主点と第2レンズ群の広角端の物体側主点の距離との比を適切に設定し、小型化を達成するための条件式である。条件式(1)の下限を越えた場合、第1レンズ群の広角端の像側主点と第2レンズ群の広角端の物体側主点の距離に対し、第2レンズ群の広角端から望遠端への変倍による移動量が減少してしまう。そのため、所望の変倍比を実現するとき、高変倍ズーム向きの屈折力配置となり、各レンズ群での倍率が高倍で使用され、レンズ枚数の増大を招き不適当である。

【0015】条件式(1)の上限を越えると、第2レンズ群の広角端から望遠端への変倍による移動量が広角端における第1レンズ群の像側主点から第2レンズ群の物体側主点までの距離に比較して増大し、望遠端で第1レンズ群と第2レンズ群が干渉してしまうので、不適当である。また、変倍比を十分確保出来ないで、好ましくない。

【0016】本発明のような負の屈折力の先行する広角ズームレンズにおいて、一般に、各群の屈折力が弱いほど、また、正の屈折力を持つレンズ群の結像倍率が小さいほど収差補正は容易である。しかし、これらはいずれもレンズ系が大型化してしまい、小型を達成できない。本発明では各群の焦点距離を最適な値に設定することにより、小型化及び広角化、良好な収差を達成した。下記に第1レンズ群の最適な屈折力の条件である条件式(4)を示す。

#### 【0017】

$$0.1 < |f_w/f_1| < 1.3$$

ただし、

$f_w$ ：広角端におけるレンズ系全体の焦点距離、

$f_1$ ：第1レンズ群の焦点距離、

である。

【0018】条件式(4)の上限を越えた場合は、全長が小さくでき、小型化にとっては有利であるが、第1レンズ群の屈折力が強くなるため、広角端で負の歪曲収差が増大し、収差補正が困難になる。また、屈折力が強くなったことで、第1レンズ群の収差補正の負荷が大きくなるため、第1レンズ群を多くのレンズ枚数で構成することが必要である。それ故、第1レンズ群の厚レンズ化によりレンズ系が大型化し、第1レンズ群と第2レンズ

$$0.1 < f_w/f_2 < 0.5$$

ただし、

$f_w$ ：広角端におけるレンズ系全体の焦点距離、

$f_2$ ：第2レンズ群の焦点距離、

である。

【0021】条件式(5)は、第2レンズ群の屈折力に関する式である。条件式(5)の上限を越えると、第2レンズ群の屈折力が強くなりすぎ、バックフォーカス及び第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を確保すること

$$0.05 < f_w/f_3 < 0.35$$

ただし、

$f_w$ ：広角端におけるレンズ系全体の焦点距離、

$f_3$ ：第3レンズ群の焦点距離、

である。

【0023】条件式(6)は、第3レンズ群の屈折力に関する式である。条件式(6)の上限を越えると、第3レンズ群の屈折力が強くなりすぎ、バックフォーカスを確保することが困難になり、好ましくない。また、望遠端での球面収差及び非点収差が補正不足になり、好ましくない。更に、第3レンズ群でフォーカシングを行う場合、収差変動が大きくなり、好ましくない。条件式(6)の下限を越えると、第3レンズ群の屈折力が弱くなり、収差補正の負担が軽減されるが、変倍による第3レンズ群の移動量が増加し、レンズ系が大きくなり、小型化が達成されない。また、フォーカシングによる第3レンズ群の移動量が増え、好ましくない。

【0024】本発明のズームレンズにおいては、第3レンズ群を光軸に沿って移動させてフォーカシングを行う様にしている。また、第1レンズ群及び第2レンズ群の各群にてフォーカシングを行うことも可能であるが、フォーカシングの際、広角側の至近距離撮影時に画面最周

$$-0.4 < 1/\beta 2t < 0$$

ただし、

$\beta 2t$ ：望遠端における第2レンズ群の結像倍率、である。

【0027】この条件式(7)は、第2レンズ群が望遠端で担う横倍率であり、使用する画面サイズの大きさを

(4)

群の空気間隔が確保できず、所望の変倍比が得られないばかりか、小型化を達成できない。

- 【0019】また、条件式(4)の下限を越えると、第1レンズ群の屈折力が弱くなり、収差補正の負荷は軽減するが、全長が長くなり小型化が達成できない。また、広角端の軸外光束の入射高が高くなるため、第1レンズ群の径が大型し、小型化を達成できない。更に、レトロフォーカスタイプの効果が薄まり、バックフォーカスが十分に確保できなくなる。

【0020】また、第2レンズ群は以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

(5)

- 15 が困難になり、好ましくない。また、望遠端での球面収差及び非点収差が補正不足になり、好ましくない。条件式(5)の下限を越えると、第2レンズ群の屈折力が弱くなり、収差補正の負担が軽減されるが、変倍による第2レンズ群の移動量が増加し、レンズ系が大きくなり、小型化が達成されない。

【0022】更に、第3レンズ群は以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

(6)

- 25 辺の光束を確保するために前玉径が大きくなりがちとなる。このため、第1レンズ群及び第2レンズ群の各群にてフォーカシングを行うことは、好ましくない。

- 【0025】第3レンズ群でフォーカシングを行う場合、上記の条件式(2)及び(3)を満足する。上記条件式(2)及び(3)は、フォーカス群である第3レンズ群の可動範囲を広角端、望遠端それぞれにて適切に設定するための条件式である。条件式(2)及び(3)の上限を越えると、第3レンズ群の屈折力が強くなりすぎ、十分なバックフォーカスが確保できず、好ましくない。また、フォーカシングによる収差変動が大きくなり、好ましくない。上記式(2)及び(3)の下限を越えると、第3レンズ群の屈折力が弱くなり、フォーカシング時に第3レンズ群の移動量が大きくなる。それ故、フォーカシングを行うための可動間隔が十分に確保できず、所望の至近距離までフォーカシングが行えず適当でない。また、バックフォーカスが長くなりすぎ、レンズ系全体が大きくなり、好ましくない。

【0026】また、以下の条件式(7)を満足するのが好ましい。

(7)

実現性のあるレンズ構成にて規定するための式である。条件式(7)の上限を越えると、変倍比が一定のとき、バックフォーカスを確保しやすいが、変倍部の担う倍率が高倍率の状態となる。それ故、諸収差の補正が困難であり、不適当である。条件式(7)の下限を越えると、

単なる広角化は容易であるが、第2レンズ群と第3レンズ群とが干渉し、且つ、バックフォーカスを広角端で確保することが困難であり、不適当である。

【0028】本発明のズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から順に、第1負メニスカスレンズ成分、第2負レンズ成分、第3正レンズ成分で構成する場合、第1負メニスカスレンズ成分及び第2負レンズ成分のうち少なくともいずれか一方に少なくとも1つの非球面を導入することにより、歪曲収差及び望遠側における球面収差の補正を良好に行うことが可能になる。特に、本発明のように負の屈折力の先行するズームタイプにおいては、広角側での歪曲収差の補正は極めて難しく、小型化の障害となっていた。この障害となる歪曲収差を良好に補正するために、第1レンズ群の屈折力を弱めたり、第1レンズ群の物体側に正の屈折力を有するレンズを配置することにより補正することが可能であるが、第1レンズ群が大型化するため小型が達成されていなかった。

【0029】本発明では、第1レンズ群に非球面を導入することにより、歪曲収差を良好に補正することが可能になり、更に非球面の補正作用により、第1レンズ群の屈折力を強くできる余裕が生じ、レンズ系の小型化が可能となった。本発明の実施例では最も効果が高い例として、第1負メニスカスレンズ成分の像側の面に非球面を導入した例を示している。ここで、導入した非球面は光軸から離れるにしたがって正の屈折力のが強くなるような非球面にするのが更に効果的である。

#### 【0030】

【実施例】以下に本発明による実施例を示す。各実施例中、非球面形状 $X(y)$ は、以下の式で表される。

$$X(y)=y^2/[r\{1+(1-k*y^2*r^2)^{1/2}\}]+C4*y^4+C6*y^6+C8*y^8+C10*y^{10}$$

ここで、 $y$ は光軸からの距離であり、 $k$ は円錐係数であり、 $r$ は頂点曲率半径であり、 $C4$ 、 $C6$ 、 $C8$ 及び $C10$ は4次、6次、8次及び10次の非球面係数である。

【0031】また、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングは、第3レンズ群を物体側に移動させて行う。以下に示す表1から表4において、 $f$ は焦点距離を、 $F.NO$ はFナンバーを、 $2\omega$ は画角を、 $Bf$ はバックフォーカスを、 $D0$ は近距離撮影時の物体から第1面までの距離を、 $\beta$ は撮影倍率を、それぞれ表している。更に、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からレンズの順序を、屈折率及びアッペ数はそれぞれ、 $d$ 線( $\lambda=587.6nm$ )に対する値を示してしる。また、合焦によるレンズ群の移動量は、各ポジションの無限遠からの移動量であり、正の値が像面方向を示し、負の値が物体方向を示している。

【0032】また、各実施例の各収差図において、 $FNO$ はFナンバーを、 $A$ は半画角を、 $d$ は $d$ 線( $\lambda=587.6nm$ )を、 $g$ 線( $\lambda=435.8nm$ )をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。

【第1実施例】図1は、発明における第1実施例のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群 $G1$ は、両凸レンズ $L1$ と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L2$ と、第二面に非球面を有する物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズ $L3$ とから成る。第2レンズ群 $G2$ は、第一面に非球面を有する両凸レンズ $L4$ 一枚から成り、第3レンズ群 $G3$ は、両凸レンズ $L5$ と物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ $L6$ と貼り合わせレンズ一枚から構成される。広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群 $G1$ は静止し、第2レンズ群 $G2$ と第3レンズ群 $G3$ とはいずれも物体方向に移動し、第1レンズ群 $G1$ と第2レンズ群 $G2$ との空気間隔は減少し、第2レンズ群 $G2$ と第3レンズ群 $G3$ との空気間隔は広角端近傍では縮小し望遠端近傍では拡大する。

【0033】第1レンズ群 $G1$ の物体から6番目の面と第2レンズ群 $G2$ の物体から2番目の面は非球面である。次の表1に、本発明の第1実施例の諸元の値を掲げる。

#### 【0034】

【表1】

$f=2.9 \sim 4.0 \sim 5.8$						
$F.NO=2.22 \sim 2.54 \sim 2.72$						
$2\omega=80.35 \sim 61.94 \sim 43.75$						
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数		
1	49.871	1.700	1.846660	23.82	L1	G1
2	-141.331	0.084				
3	8.856	0.420	1.772500	49.68	L2	
4	2.921	2.000				
5	20.420	2.500	1.491080	57.57	L3	
6	9.063	( $d6=可変$ )				
7	0.000	0.562			S	
8	11.114	4.719	1.491080	57.57	L4	G2
9	-6.311	( $d9=可変$ )				
10	22.852	2.250	1.603110	60.64	L5	G3



1 1	-4.394	0.700	1.846660	23.82	L 6
1 2	-8.799	(d12= 可変)			
1 3	0.000	3.000	1.516800	64.10	L 7
1 4	0.000	2.217			

(非球面係数)

第6面

k=1.0000

C4=-2.21770E-03

C6=-2.82010E-04

C8=-1.48230E-06

第8面

k=1.0000

C4=-1.35540E-03

C6=-1.26280E-05

C8=-3.40250E-06

(変倍における可変間隔)

f	2.90	4.00	5.80
d=6	7.143	4.297	1.172
d=9	2.109	4.266	4.784
d=12	2.597	3.286	5.893

(近距離合焦における移動量)

f	2.90	4.00	5.80
$\beta$	-0.0274	-0.0379	-0.0555
D0	100.000	100.000	100.000
第3レンズ群移動量	-0.109	-0.194	-0.351

(条件対応値)

f1=-5.2	f2=9.0	f3=15.0	fw=2.90	ft=5.80
x2=5.971	s12w=12.196	s23t=7.492	c23w=2.109	$\beta$ 2t=-3.7111

図2、図3及び図4は、d線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )及びg線( $\lambda=435.8\text{nm}$ )に対する第1実施例の諸収差図である。そして、図2は広角端における諸収差図を、図3は中間画角における諸収差図を、図4は望遠端における諸収差図をそれぞれ示している。

【0035】各収差図から明らかなように、本実施例では、各焦点距離状態において諸収差が良好に補正されている。

〔第2実施例〕図5は、本発明における第2実施例のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は、第一面に非球面を有する物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズL3とから成る。第2レンズ群G2は、第一面に非球面を有する両凸レンズL4一枚から成り、第3レンズ群G

3は、両凸レンズL5と物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズL6との貼り合わせレンズから構成される。広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1は静止し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とはいずれも物体方向に移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は広角端近傍では縮小し、望遠端近傍では拡大する。第1レンズ群G1の物体から1番目の面と第2レンズ群G2の物体から1番目の面とは非球面である。

【0036】次の表2に、本発明の第2実施例の諸元値を掲げる。

【0037】

【表2】

f=2.83~4.0~5.8					
F.NO=2.39~2.73~3.01					
2 $\omega$ =80.27~60.94~43.58					
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
1	8.737	0.700	1.805182	25.35	L 1 G 1
2	3.282	2.000			
3	52.356	0.621	1.744429	49.52	L 2
4	4.210	0.600			
5	5.222	1.321	1.805182	25.35	L 3
6	18.605	(d6=可変)			
7	0.000	0.562			S
8	9.519	4.719	1.612720	58.54	L 4 G 2

9	-10.638	(d9=可変)				
10	10.584	3.000	1.603110	60.64	L5	G3
11	-4.060	0.700	1.846660	23.82	L6	
12	-11.938	(d12=可変)				
13	0.000	4.000	1.516800	64.10	L7	
14	0.000	1.465				

(非球面係数)

第1面

k=1.0000

C4=6.45990E-04

C6=2.96210E-05

C8=1.68000E-07

C10=-1.86000E-09

第8面

k=1.0000

C4=-2.36130E-04

C6=-2.42980E-05

C8=-3.40250E-06

(変倍における可変間隔)

f	2.83	4.00	5.80
d=6	7.296	4.220	1.053
d=9	2.366	4.760	5.287
d=12	1.381	2.063	4.702

(近距離合焦における移動量)

f	2.83	4.00	5.80
$\beta$	-0.0271	-0.0384	-0.0562
D0	100.000	100.000	100.000
第3レンズ群移動量	-0.106	-0.198	-0.357

(条件対応値)

f1=-5.20	f2=9.00	f3=15.00	fw=2.83	ft=5.80
x2=6.243	s12w=12.505	s23t=7.738	c23w=2.366	$\beta 2t=-3.6557$

図6、図7及び図8は、d線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )及びg線( $\lambda=435.8\text{nm}$ )に対する第2実施例の諸収差図である。そして、図6は広角端における諸収差図を、図7は中間画角における諸収差図を、図8は望遠端における諸収差図をそれぞれ示している。

【0038】各収差図から明らかなように、本実施例では、各焦点距離状態において諸収差が良好に補正されている。

〔第3実施例〕図9は、本発明における第3実施例のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、第二面に非球面を有する物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL3とから成る。第2レンズ群G2は、第一面に非球面を有する両凸レンズ一枚L4から成り、第3レンズ群G3

は、両凸レンズL5と物体側に凹面を向けた負のメニスカスレンズL6との貼り合わせレンズから構成される。広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1は静止し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3とはいずれも物体方向に移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔は広角端近傍では縮小し、望遠端近傍では拡大する。第1レンズ群G1の物体から6番目の面と第2レンズ群G2の物体から2番目の面は非球面である。

【0039】次の表3に、本発明の第3実施例の諸元の値を掲げる。

【0040】

【表3】

f=2.5~4.0~5.6						
F.NO=2.16~2.50~2.66						
2 $\omega$ =89.19~62.29~45.56						
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アップ数		
1	26.624	1.471	1.846660	23.82	L1	G1
2	170.636	0.072				
3	7.818	0.350	1.772500	49.68	L2	
4	2.617	2.000				
5	-84.991	2.000	1.491080	57.57	L3	

6	12.531	(d6=可変)				
7	0.000	0.562			S	
8	11.622	4.457	1.491080	57.57	L 4	G 2
9	-5.690	(d9=可変)				
10	17.475	2.250	1.603110	60.64	L 5	G 3
11	-4.615	0.700	1.846660	23.82	L 6	
12	-9.842	(d12=可変)				
13	0.000	3.000	1.516800	64.10	L 7	
14	0.000	2.079				

(非球面係数)

第6面

k=1.0000

C4=-2.13650E-03

C6=-3.83210E-04

C8=-1.48230E-06

第8面

k=1.0000

C4=-1.29390E-03

C6=-7.60230E-05

C8=-3.40250E-06

(変倍における可変間隔)

f	2.5	4.0	5.6
d=6	7.177	3.300	0.837
d=9	1.792	4.354	4.058
d=12	2.363	3.678	6.436

(近距離合焦における移動量)

f	2.50	4.00	5.60
$\beta$	-0.0238	-0.0382	-0.0540
D0	100.000	100.000	100.000
第3レンズ群移動量	-0.0823	-0.1886	-0.3221

(条件対応値)

f1=-4.50	f2=8.50	f3=15.00	fw=2.50	ft=5.60
x2=6.340	s12w=12.102	s23t=6.358	c23w=1.792	$\beta$ 2t=-4.8240

図10、図11及び図12は、d線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )及びg線( $\lambda=435.8\text{nm}$ )に対する第3実施例の諸収差図である。そして、図10は広角端における諸収差図を、図11は中間画角における諸収差図を、図12は望遠端における諸収差図をそれぞれ示している。

【0041】各収差図から明らかなように、本実施例では、各焦点距離状態において諸収差が良好に補正されている。

〔第4実施例〕図13は、発明における第4実施例のレンズ構成を示す図である。第1レンズ群G1は、両凸レンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、第二面に非球面を有する物体側に凹面を向けた正のメニスカスレンズL3とから成る。第2レンズ群G2は、第一面に非球面を有する両凸レンズL4一枚から

成り、第3レンズ群G3は、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズL5と両凸レンズL6との貼り合わせレンズから構成される。広角端から望遠端への変倍に際して、第1レンズ群G1は静止し、第2レンズ群G2は物体方向に移動し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との空気間隔は減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との空気間隔が変化する。第1レンズ群G1の物体から6番目の面と第2レンズ群G2の物体から2番目の面は非球面である。

【0042】次の表4に、本発明の第4実施例の諸元の値を掲げる。

【0043】

【表4】

f=2.9 ~4.0 ~5.8						
F.NO=2.22~2.54~2.72						
2 $\omega$ =80.35 ~61.94 ~43.75						
面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数		
1	56.198	1.700	1.860741	23.01	L 1	G 1
2	-54.099	0.084				
3	18.293	0.420	1.748099	52.30	L 2	
4	2.603	2.000				

5	-17.188	1.370	1.603110	60.64	L 3
6	-15.397	(d6=可変)			
7	0.000	0.562			S
8	21.092	4.607	1.612720	58.54	L 4 G 2
9	-5.573	(d9=可変)			
10	11.037	1.120	1.860741	23.01	L 5 G 3
11	4.047	4.000	1.603110	60.64	L 6
12	-22.541	(d12= 可変)			
13	0.000	-4.000	1.516800	64.10	L 7
14	0.000	0.883			

(非球面係数)

第6面

k=1.0000

C4=-2.40920E-03

C6=-1.03570E-04

C8=-1.48230E-06

第8面

k=1.0000

C4=-1.94050E-03

C6=-2.20670E-05

C8=-3.40250E-06

(変倍における可変間隔)

f	2.90	4.00	5.80
d=6	5.895	3.387	0.625
d=9	1.232	3.977	4.659
d=12	1.836	1.599	3.679

(近距離合焦における移動量)

f	2.90	4.00	5.80
$\beta$	-0.0274	-0.0379	-0.0555
D0	100.000	100.000	100.000
第3レンズ群移動量	-0.1510	-0.2929	-0.5067

(条件対応値)

f1=-5.2	f2=7.7	f3=24.0	fw=2.90	ft=5.80
x2=5.270	s12w=11.981	s23t=6.429	c23w=1.232	$\beta 2t=-1.8289$

図14、図15及び図16は、d線( $\lambda=587.6\text{nm}$ )及びg線( $\lambda=435.8\text{nm}$ )に対する第4実施例の諸収差図である。そして、図14は広角端における諸収差図を、図15は中間画角における諸収差図を、図16は望遠端における諸収差図をそれぞれ示している。

【0044】各収差図から明らかなように、本実施例で

(条件式値一覧)

	第1実施例	第2実施例	第3実施例	第4実施例
$  (x2/s12w)/(f1/fw)  $	0.2730	0.2718	0.2911	0.2453
$c23w^2/(f3*fw)$	0.1023	0.0449	0.0856	0.0218
$s23t^2/(f3*ft)$	0.6448	0.6886	0.4815	0.2970
$  fw/f1  $	0.5577	0.5444	0.5556	0.5577
$fw/f2$	0.3222	0.3145	0.2941	0.3766
$fw/f3$	0.1933	0.1887	0.1667	0.1208
$1/\beta 2t$	-0.2694	-0.2735	-0.2073	-0.5467

このように、各実施例によれば、負の屈折力有する第1レンズ群を配置し、全系で3群構成とすることにより、広画角化及び小型化を達成できた。また、非球面レンズを採用する事により歪曲収差や諸収差を良好に補正することが可能となった。また、第3レンズ群で合焦することとで、更に第1レンズの径の小型化が可能になり、レン

30 は、各焦点距離状態において諸収差が良好に補正されている。また、以下に、表5として、各実施例の条件式値を示す。

【0045】

【表5】

35

ズ系全体が小型で高性能なズームレンズを提供することができた。

【0046】

【発明の効果】以上のように、本発明によって、より大きな広角端の画角を有し、且つ小型なズームレンズを提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による第1実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図2】図2は、第1実施例のズームレンズの広角端での諸収差図である。

【図3】図3は、第1実施例のズームレンズの中間画角での諸収差図である。

【図4】図4は、第1実施例のズームレンズの望遠端での諸収差図である。

【図5】図5は、本発明による第2実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図6】図6は、第2実施例のズームレンズの広角端での諸収差図である。

【図7】図7は、第2実施例のズームレンズの中間画角での諸収差図である。

【図8】図8は、第2実施例のズームレンズの望遠端での諸収差図である。

【図9】図9は、本発明による第3実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図10】図10は、第3実施例のズームレンズの広角

端での諸収差図である。

【図11】図11は、第3実施例のズームレンズの中間画角での諸収差図である。

【図12】図12は、第3実施例のズームレンズの望遠端での諸収差図である。

【図13】図13は、本発明による第4実施例のズームレンズの構成を示す図である。

【図14】図14は、第4実施例のズームレンズの広角端での諸収差図である。

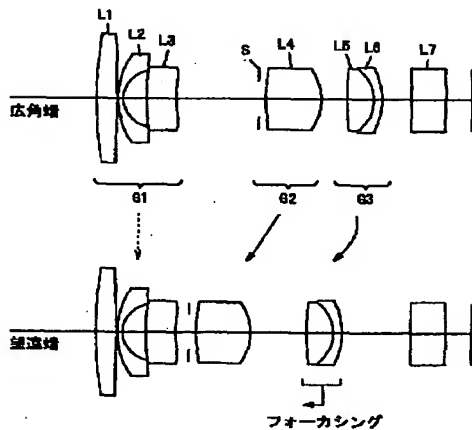
【図15】図15は、第4実施例のズームレンズの中間画角での諸収差図である。

【図16】図16は、第4実施例のズームレンズの望遠端での諸収差図である。

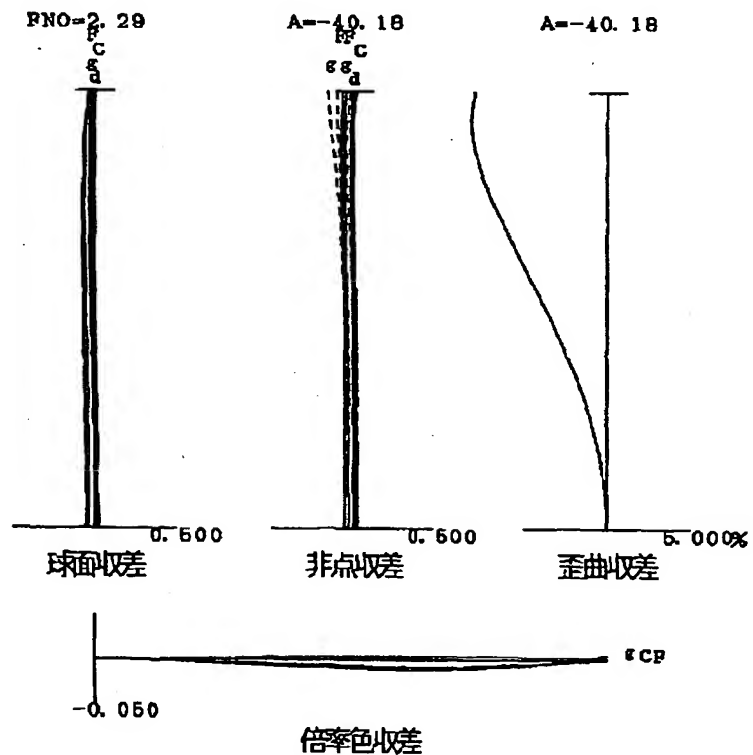
【符号の説明】

- |    |         |        |
|----|---------|--------|
| 15 | G 1     | 第1レンズ群 |
|    | G 2     | 第2レンズ群 |
|    | G 3     | 第3レンズ群 |
|    | S       | 絞り     |
|    | L 1～L 6 | 各レンズ   |

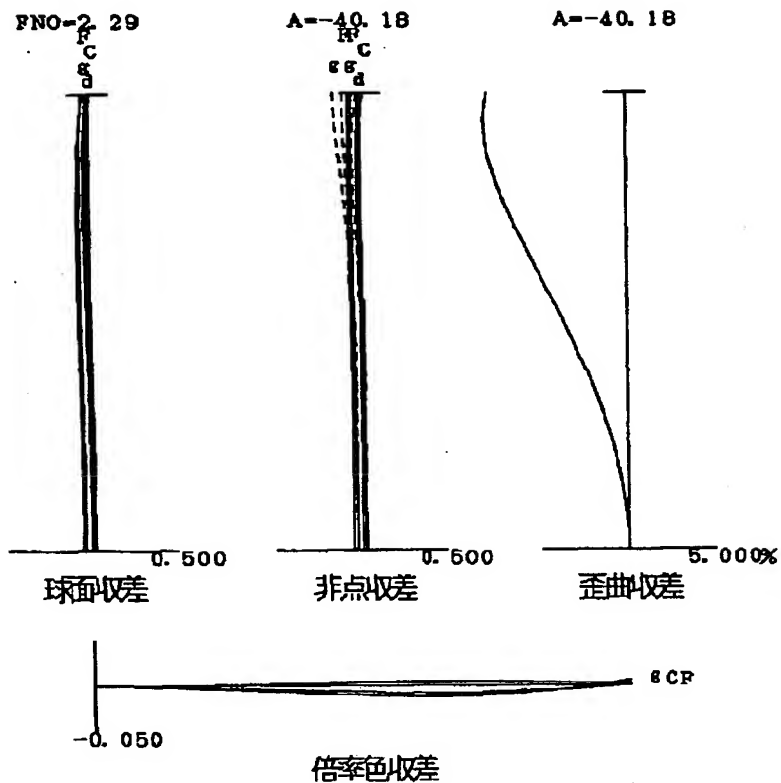
【図1】



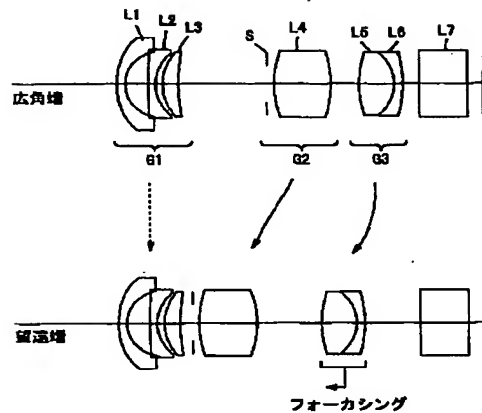
【図2】



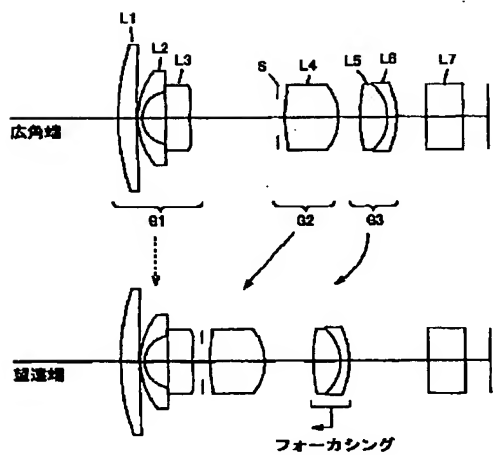
【図3】



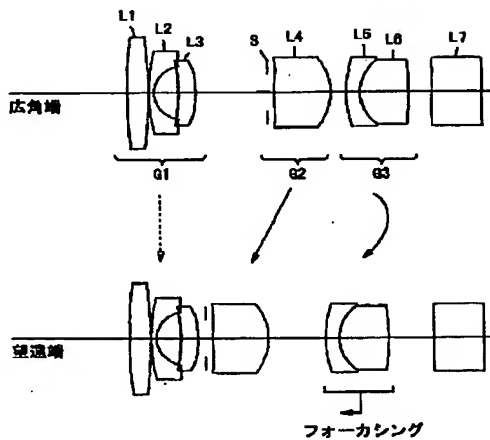
【図5】



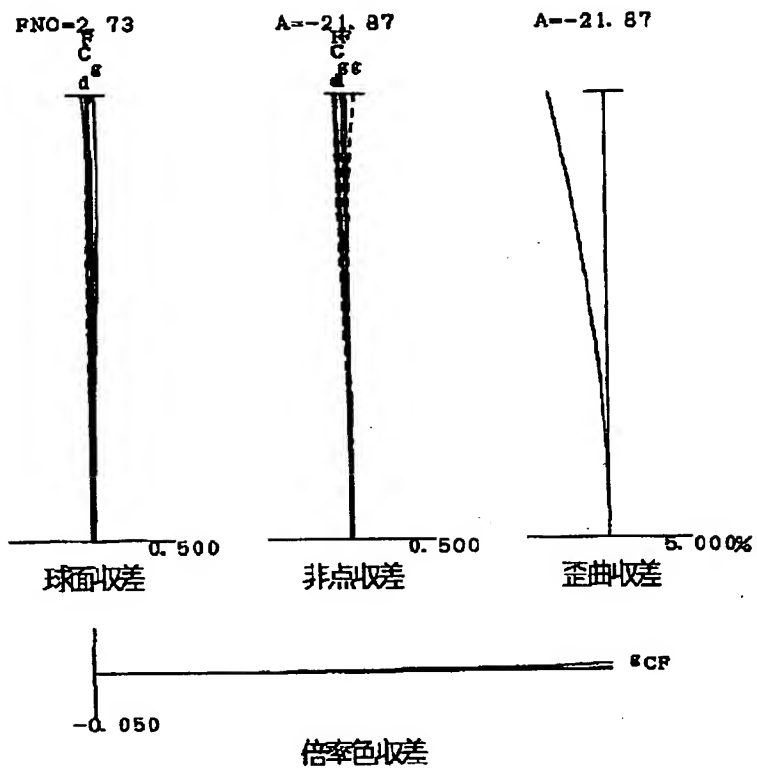
【図9】



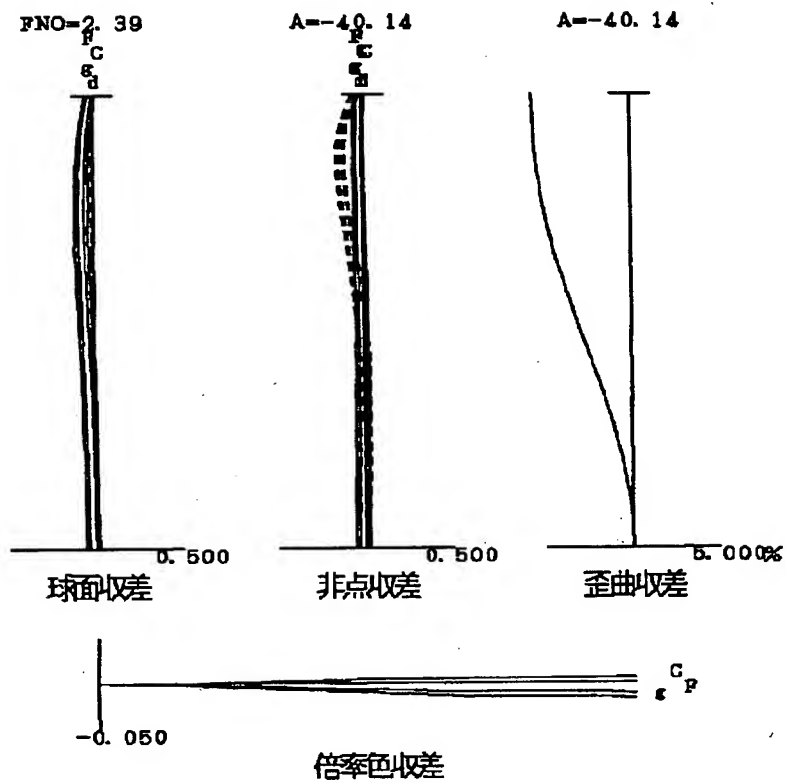
【図13】



【図4】

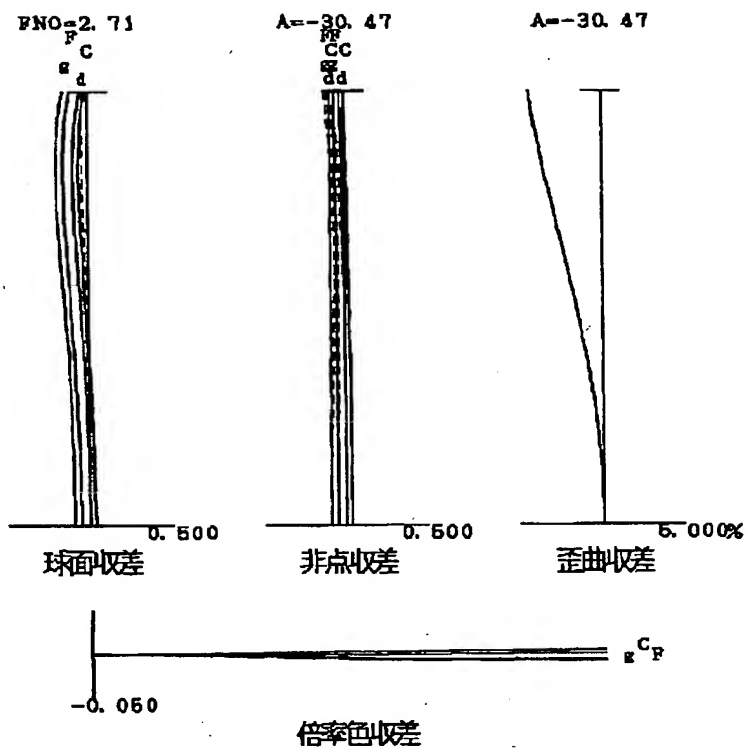


【図6】

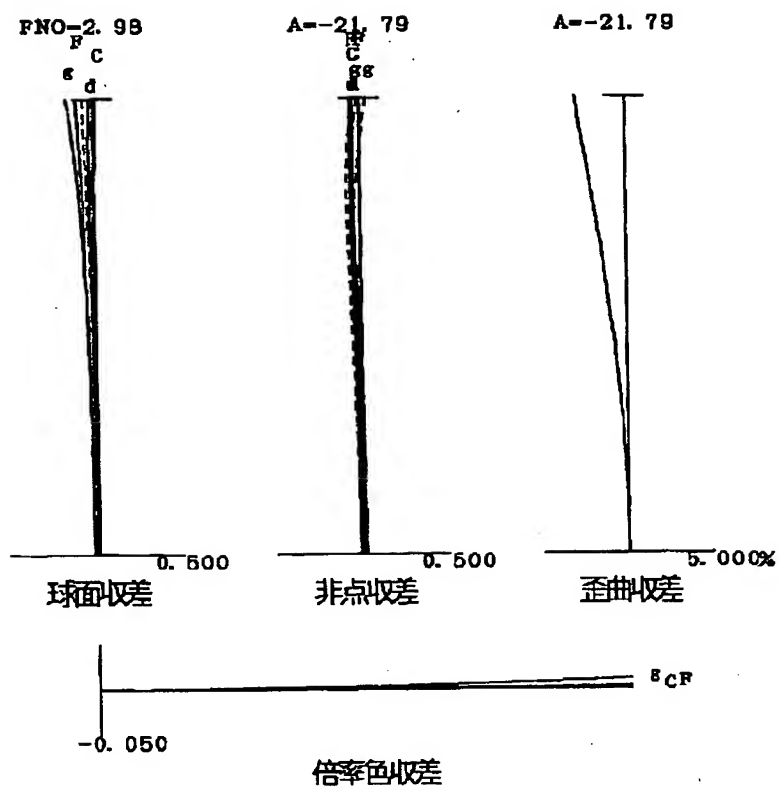




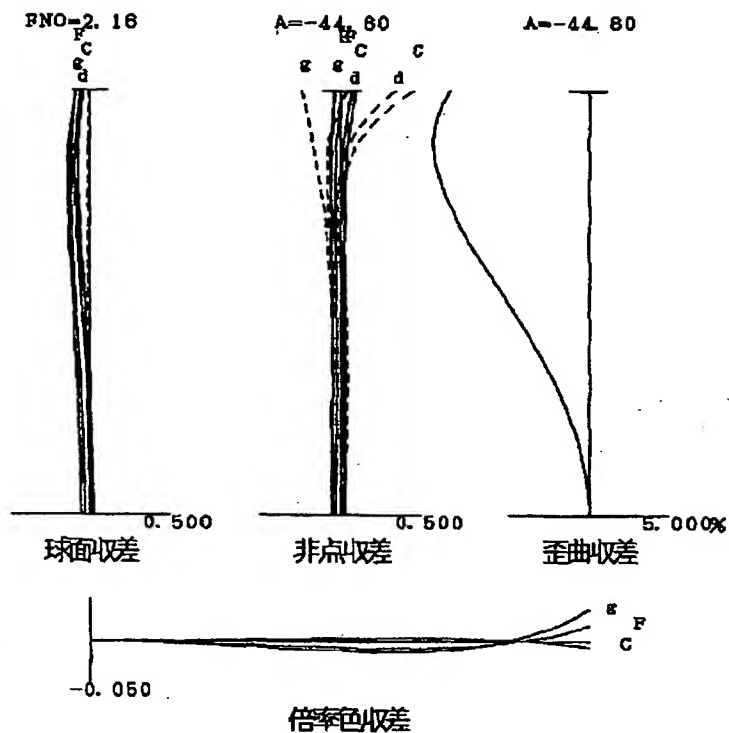
【図7】



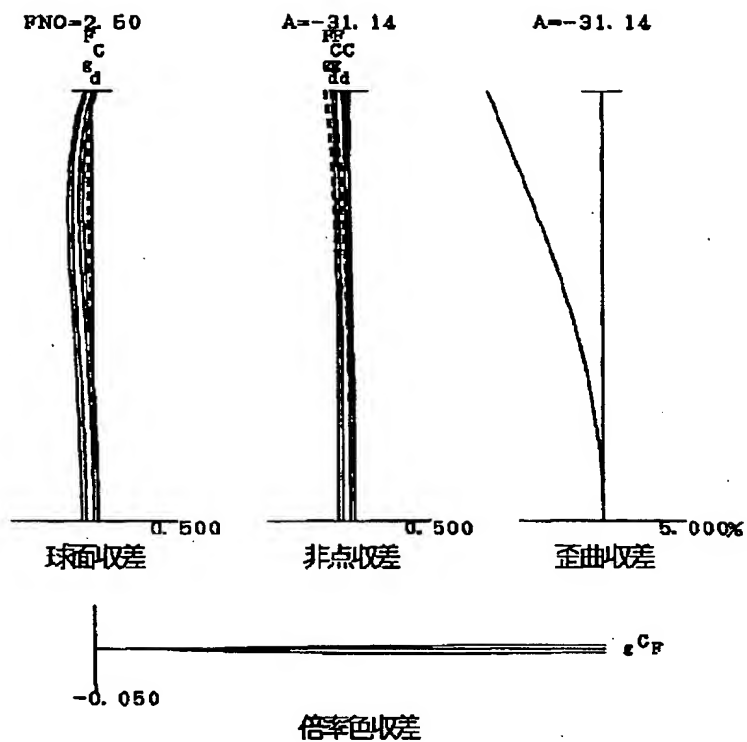
【図8】



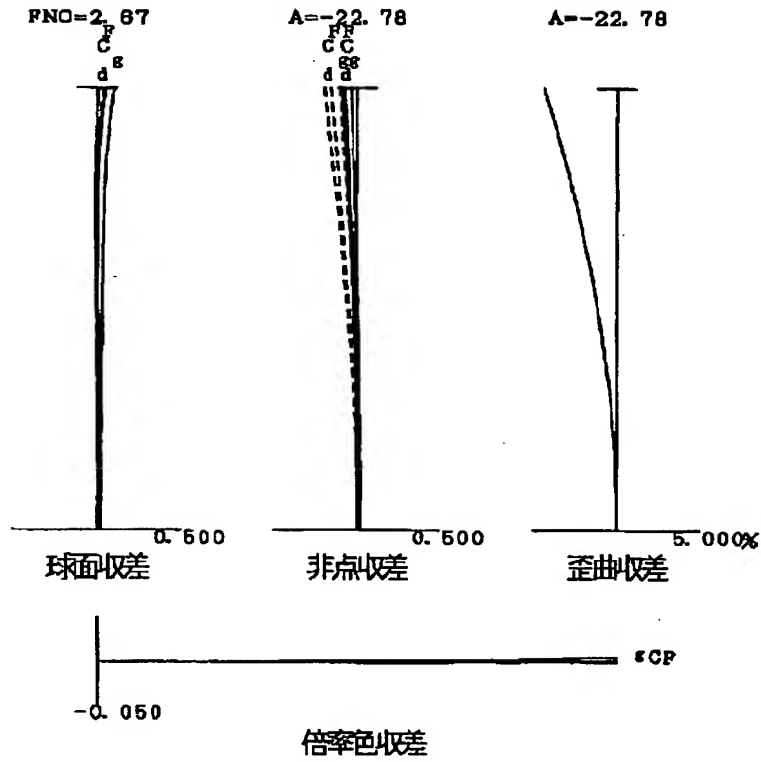
【図10】



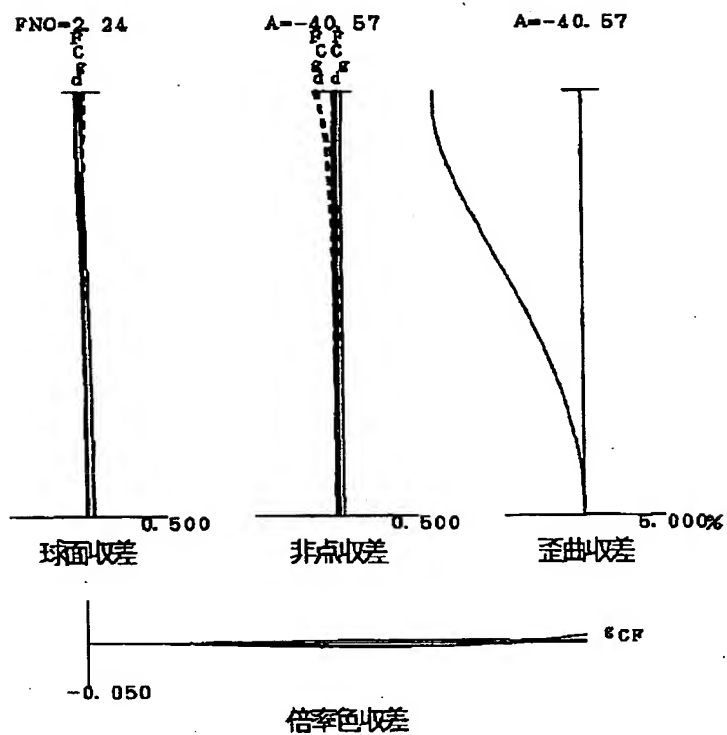
【図11】



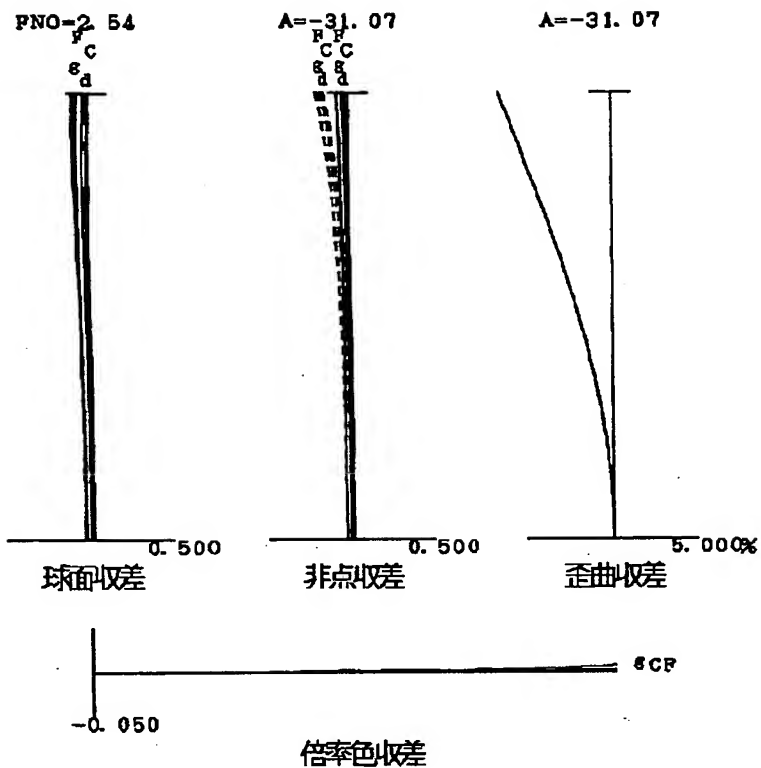
【図12】



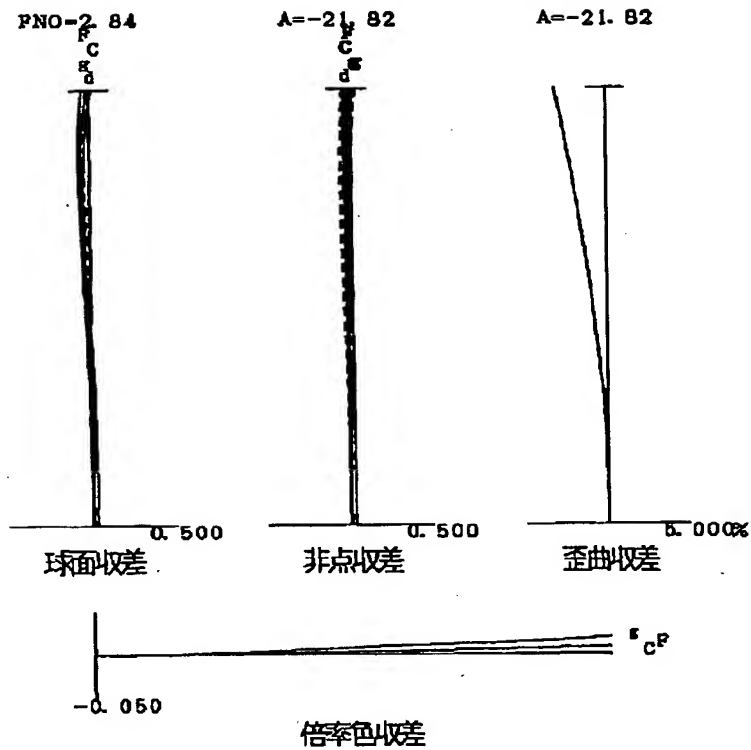
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA03 LA01 MA08 MA14 PA05  
 PA18 PB06 QA02 QA07 QA12  
 QA14 QA17 QA22 QA25 QA26  
 QA34 QA37 QA41 QA42 QA45  
 RA05 RA12 RA13 SA14 SA16  
 SA19 SA63 SA64 SA72 SB04  
 SB12 SB23

35